

POWERED BY **Dialog**

---

## **FOCUS POSITION CORRECTING DEVICE**

**Publication Number:** 09-061703 (JP 9061703 A) , March 07, 1997

**Inventors:**

- OTAKE MOTOYUKI

**Applicants**

- NIKON CORP (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

**Application Number:** 07-237780 (JP 95237780) , August 23, 1995

**International Class (IPC Edition 6):**

- G02B-007/28
- G03B-013/36

**JAPIO Class:**

- 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS--- Optical Equipment)
- 29.1 (PRECISION INSTRUMENTS--- Photography & Cinematography)

**Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To correct the positional deviation of the best image surface caused by the change of a diaphragm diameter all over a focal distance range by driving a focusing group by an adjusting amount obtained according to focus information and diaphragm information.

**SOLUTION:** This device is provided with an, adjusting amount arithmetic means for calculating the adjusting amount of at least one lens group of a zoom lens by an operation expression based on focal distance information for regulating variation corresponding to the focal distance of a lens entire system, the diaphragm information for regulating the variation corresponding to the diaphragm diameter of the aperture diaphragm and a specified correction factor previously stored. According to the focal distance information and the diaphragm information, the adjusting amount of the focusing lens group G3 is decided based on the specified correction factor previously stored in a camera main body and the operation expression. By driving the focusing lens group G3 by the adjusting amount obtained in such a way, the best image surface and the film surface are controlled to be aligned over each focal distance state and each diaphragm state.

**JAPIO**

© 2004 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.  
Dialog® File Number 347 Accession Number 5446903

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-61703

(43) 公開日 平成9年(1997)3月7日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 7/28			G 0 2 B 7/11	N
G 0 3 B 13/36			G 0 3 B 3/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-237780

(22) 出願日 平成7年(1995)8月23日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 大竹 基之

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

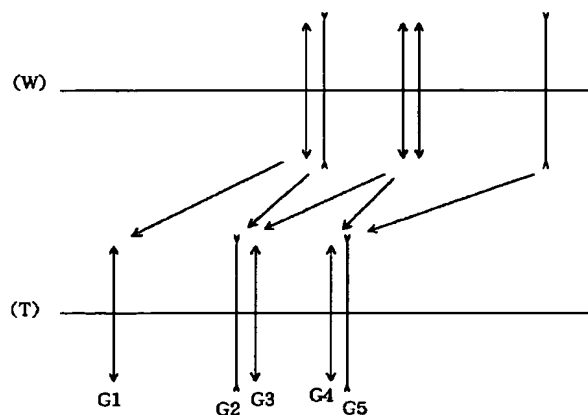
(74) 代理人 弁理士 山口 孝雄

(54) 【発明の名称】 焦点位置補正装置

(57) 【要約】

【課題】 カメラに搭載されたズームレンズの焦点距離範囲の全体に亘って、絞り径の変化に伴う最良像面の位置ずれを補正することのできる焦点位置補正装置を提供すること。

【解決手段】 ズームレンズを備えたカメラの焦点位置補正装置において、レンズ全系の焦点距離に対応する変化量を規定する焦点距離情報と開口絞りの絞り径に対応する変化量を規定する絞り情報と予め記憶された所定の補正係数とに基づく演算式により、ズームレンズの少なくとも1つのレンズ群G hの調整量 $\delta h$ を算出するための調整量演算手段と、絞り径の変化に伴う最良像面のフィルム面に対する焦点位置ずれを変倍領域の全体に亘って補正するように、各焦点距離状態においてレンズ群G hを調整量 $\delta h$ だけ光軸に沿って移動させるための駆動手段とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ズームレンズを備えたカメラの焦点位置補正装置において、

レンズ全系の焦点距離に対応する変化量を規定する焦点距離情報と開口絞りの絞り径に対応する変化量を規定する絞り情報と予め記憶された所定の補正係数とに基づく演算式により、前記ズームレンズの少なくとも1つのレンズ群Ghの調整量 $\delta h$ を算出するための調整量演算手段と、

前記絞り径の変化に伴う最良像面のフィルム面に対する焦点位置ずれを変倍領域の全体に亘って補正するように、各焦点距離状態において前記レンズ群Ghを前記調整量 $\delta h$ だけ光軸に沿って移動させるための駆動手段とを備えていることを特徴とする焦点位置補正装置。

【請求項2】 前記レンズ群Ghは、変倍時に使用倍率が可変で且つ合焦時に可動であることを特徴とする請求項1に記載の焦点位置補正装置。

【請求項3】 前記調整量演算手段は、前記補正係数 $a_{ij}$ と、前記焦点距離情報 $f$ と、前記絞り情報 $\phi$ とに基づく次の演算式

$$\delta h = \sum a_{ij} f^i \phi^j \quad (i=0,1,2,\dots, j=0,1,2,\dots)$$

により前記調整量 $\delta h$ を算出することを特徴とする請求項1または2に記載の焦点位置補正装置。

【請求項4】 前記調整量演算手段は、前記補正係数 $a_{ijk}$ と、前記焦点距離情報 $f$ と、前記絞り情報 $\phi$ と、被写体までの距離を規定する撮影距離情報 $R$ とに基づく次の演算式

$$\delta h = \sum a_{ijk} f^i \phi^j R^{-k} \quad (i=0,1,2,\dots, j=0,1,2,\dots, k=0,1,2,\dots)$$

により前記調整量 $\delta h$ を算出することを特徴とする請求項1または2に記載の焦点位置補正装置。

【請求項5】 前記レンズ群Ghは、合焦時に可動のフォーカシングレンズ群であり、前記駆動手段は、被写体までの距離を規定する撮影距離情報と前記焦点距離情報とに基づいて前記レンズ群Ghのフォーカシング移動量 $\delta f$ を算出するためのフォーカシング移動量演算手段をさらに備え、前記駆動手段は、前記フォーカシング移動量 $\delta f$ と前記調整量 $\delta h$ との総和で表される量だけ前記レンズ群Ghを光軸に沿って移動させることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の焦点位置補正装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は焦点位置補正装置に関し、特にズームレンズを備えたカメラにおいて撮影レンズの絞り込みによる最良像面のずれを補正する焦点位置補正装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】一般的に、レンズには収差補正後においても残存収差が存在する。撮影レンズでは、球面収差や

軸上色収差が残存するので、最良像面とガウス像面とが光軸方向にずれて存在する。そして、レンズ鏡筒は、最も性能の高くなる最良像面がフィルム面と一致するように設計される。

【0003】カメラ等に用いられる撮影レンズでは、絞りが開放の状態だけでなく、絞り込んだ状態でも用いられる。そして、通常は、絞りの開放状態における最良像面がフィルム面と一致するように設計される。したがって、絞り込むことにより画面全体での性能が向上するが、前述のように撮影レンズには球面収差が残存するので、絞り込んだ時には最良像面位置が光軸方向に移動してフィルム面からずれてしまう。

【0004】撮影レンズの球面収差が十分に補正されていない場合、最良像面位置とフィルム面位置とのずれ量が大きくなる。従って、絞り込んだ時に、ピントずれ（焦点ずれ）が生じてしまう。このため、撮影レンズでは、球面収差の発生を抑えて、絞り込んだ時の最良像面位置の移動を小さく抑える必要がある。

【0005】ところで、近年、ズームレンズを備えたカメラが一般的になりつつある。ズームレンズでは、ズームレンズを構成するレンズ群のうち全部のレンズ群または一部のレンズ群の使用倍率が変倍に伴って変化し、各レンズ群を通過する光線の高さが変倍に伴って変化し、各レンズ群に残存収差がある。したがって、ズームレンズでは、使用倍率の変化、光線の高さの変化および残存収差に起因して、球面収差や軸上色収差の補正状態に変倍に伴う変動が生じる。

【0006】なお、ズームレンズでは、広角端から望遠端までの焦点距離範囲の全体に亘って、ガウス像面位置ではなく最良像面位置が一定となるようにレンズ鏡筒が設計される。しかしながら、上述したように、変倍に伴って球面収差や軸上色収差の補正状態に変動が生じるので、絞り込んだ時の最良像面位置の移動量は変倍に伴って変化してしまう。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】一般に、絞り込んだ時の最良像面位置の移動を抑えることは、収差補正を行う上で過度の拘束をもたらす。特に、ズームレンズの場合、焦点距離範囲の全体に亘って絞り込んだ時の最良像面位置の移動を抑えるには、球面収差および軸上色収差の変動を極端に小さく抑えなければならず、その結果レンズ構成枚数の増大やレンズ系の大型化を引き起こさざるを得なかった。

【0008】本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、カメラに搭載されたズームレンズの焦点距離範囲の全体に亘って、絞り径の変化に伴う最良像面の位置ずれを補正することのできる焦点位置補正装置を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため

に、本発明においては、ズームレンズを備えたカメラの焦点位置補正装置において、レンズ全系の焦点距離に対応する変化量を規定する焦点距離情報と開口絞りの絞り径に対応する変化量を規定する絞り情報と予め記憶された所定の補正係数とに基づく演算式により、前記ズームレンズの少なくとも1つのレンズ群Ghの調整量 $\delta h$ を算出するための調整量演算手段と、前記絞り径の変化に伴う最良像面のフィルム面に対する焦点位置ずれを変倍領域の全体に亘って補正するように、各焦点距離状態において前記レンズ群Ghを前記調整量 $\delta h$ だけ光軸に沿って移動させるための駆動手段とを備えていることを特徴とする焦点位置補正装置を提供する。

【0010】本発明の好ましい態様によれば、前記レンズ群Ghは、変倍時に使用倍率が可変で且つ合焦時に可動である。また、前記調整量演算手段は、前記補正係数 $a_{ij}$ と、前記焦点距離情報 $f$ と、前記絞り情報 $\phi$ とに基づく次の演算式

$$\delta h = \sum a_{ij} f^i \phi^j \quad (i=0,1,2,\dots, j=0,1,2,\dots)$$

により前記調整量 $\delta h$ を算出することが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】ズームレンズでは、鏡筒構造の簡略化を図るために、フォーカシング（合焦）時にレンズ系の一部のレンズ群を光軸に沿って移動させるものが主流である。また、近年、オートフォーカス機能を備えたカメラが主流となっている。特に、フォーカシングの高速化が進むにつれて、最も物体側に配置された第1レンズ群を駆動して合焦を行うフロント・フォーカス（FF）方式に比べて、第1レンズ群よりも像側に配置されたレンズ群を駆動して合焦を行うインナー・フォーカス（IF）方式やリヤ・フォーカス（RF）方式が主流となりつつある。

【0012】FF方式よりもIF方式やRF方式の方が主流となりつつあるのは、FF方式ではレンズ径が大きい第1レンズ群を駆動するのに対して、IF方式やRF方式の方がレンズ径の小さいレンズ群を駆動するからである。すなわち、FF方式よりもIF方式やRF方式の方が、少ない仕事量（＝重量×駆動量）でフォーカシングを行うことができ、高速化に適しているからである。

【0013】非TTL-AF方式のカメラでは、撮影レンズとは別に設けられた測距光学系により被写体の位置を検出する。そして、検出した被写体の位置に応じて、フォーカシングレンズ群を駆動して合焦を行う。この際、各被写体位置に対応したフォーカシングレンズ群の所要駆動量は、予めカメラ本体に記憶された所定の記憶係数と被写体位置情報とに基づき所定の演算式により算出される。そして、算出された所要駆動量すなわちフォーカシング駆動量だけフォーカシングレンズ群を駆動して、被写体に対する合焦を行う。

【0014】特に、IF方式やRF方式のズームレンズでは、同じ被写体位置に対するフォーカシングレンズ群

のフォーカシング駆動量が変倍に伴って変化してしまう。したがって、焦点距離情報と被写体位置情報との双方に基づいて、フォーカシング駆動量を算出する。そして、算出したフォーカシング駆動量だけフォーカシングレンズ群を駆動して、被写体に対する合焦を行う。

【0015】ところで、前述のように、撮影レンズには収差補正後においても球面収差や軸上色収差が残存している。ここで、最良像面位置とは、絞りの開放状態で最も光学性能が高くなる位置であり、通常は画面中心部において光学性能が最良となる位置を示す。また、前述のように、ズームレンズでは、球面収差や軸上色収差の補正状態が変倍に伴って変化する。したがって、最良像面とガウス像面とのずれ量が変倍に伴って変化し、絞り込みによる最良像面の移動量も変倍に伴って変化してしまう。

【0016】本明細書では、絞りの開放状態における最良像面位置を基準し、絞り込んだ状態における最良像面位置の光軸に沿ったずれ量をディフォーカス量と定義する。そして、絞り込んだ時の最良像面位置が光線の進行方向にずれた場合、ディフォーカス量の符号を正とする。

【0017】図1は、球面収差の補正状態（a）～（d）を示す図である。図1において、補正状態（a）は、明るくなるにつれて負の球面収差が増大する状態を、補正状態（b）は、明るくなるにしたがって一旦負の球面収差が増大した後に正の球面収差が増大する状態をそれぞれ示している。また、補正状態（c）は、明るくなるにつれて正の球面収差が増大する状態を、補正状態（d）は、明るくなるにしたがって一旦正の球面収差が増大した後に負の球面収差が増大する状態をそれぞれ示している。

【0018】補正状態（a）の場合、絞りを絞り込むにつれてディフォーカス量が正側に变化する。補正状態（b）の場合、絞りを絞り込むにしたがってディフォーカス量が一旦さらに負側に变化した後、正側に变化する。また、補正状態（c）の場合、絞りを絞り込むにつれてディフォーカス量が負側に变化する。補正状態（d）の場合、絞りを絞り込むにしたがってディフォーカス量が一旦さらに正側に变化した後、負側に变化する。

【0019】次に、軸上色収差の補正が不足したり、軸上色収差を過剰に補正した場合、最良像面とガウス像面との位置は一致しないが、そのずれ量は絞り径に依存することなくほぼ一定となる。また、球面収差の補正状態が光の波長に依存して変化する場合も、基準波長における球面収差の補正状態の影響を受ける。したがって、結果的には、基準波長での球面収差の補正状態に基づいて、絞り径が変化した際のディフォーカス量の変化が決定されるものと考えられる。

【0020】一般的に、所定位置にある被写体に対して、レンズ系の一部または全体からなるフォーカシングレンズ群を光軸方向に移動させると、像面位置が光軸方向に移動する。この時の、フォーカシングレンズ群の駆動量に対する像面位置の移動量の比を、像面移動係数と呼ぶ。像面移動係数は、フォーカシングレンズ群よりも像側に配置されたレンズ群の使用倍率に依存する。したがって、ズームレンズの場合、像面移動係数は変倍に伴って変化する。

【0021】ところで、フォーカシングレンズ群は、遠距離物体から近距離物体までの各撮影距離に亘って駆動しても良好な結像性能が得られるように設計されている。このため、フォーカシングレンズ群を光軸方向に駆動しても、駆動に伴う収差変動は小さい。また、フォーカシングレンズ群は、駆動機構により光軸方向に連続的に駆動可能である。したがって、フォーカシングレンズ群を所定量だけ駆動することにより、絞り径の変化に伴う最良像面位置の変動を補正し、最良像面とフィルム面とを一致させることができる。

【0022】ズームレンズでは、前述のように、変倍に伴って像面移動係数が変化する。このため、絞り径の変

$$\delta h = \sum a_{ij} f^i \phi^j \quad (i=0,1,2,\dots, j=0,1,2,\dots) \quad (1)$$

【0025】ここで、

$\delta h$  : フォーカシングレンズ群の調整量

$a_{ij}$  : 補正係数

$f$  : 焦点距離情報

$\phi$  : 絞り情報

なお、補正係数  $a_{ij}$  がカメラ本体内に予め記憶されていることは上述したとおりである。

【0026】焦点距離情報として、たとえば1つのレンズ群の変倍に際する駆動量の他に、変倍に際する鏡筒の回転角情報などを用いることができる。すなわち、変倍時に変化し且つその変化に基づいて焦点距離を一義的に算出することのできる量であれば、焦点距離情報として用いることができる。

【0027】上述したように、フォーカシングレンズ群は、光軸の沿って連続的に移動可能であり且つ電気的な制御による駆動が容易である。このため、以上の説明では、フォーカシングレンズ群を調整量だけ駆動すること

$$\delta h = \sum a_{ijk} f^i \phi^j R^k \quad (i=0,1,2,\dots, j=0,1,2,\dots, k=0,1,2,\dots) \quad (2)$$

ここで、

$a_{ijk}$  : 補正係数

$f$  : 焦点距離情報

$\phi$  : 絞り情報

$R$  : 撮影距離情報

なお、補正係数  $a_{ijk}$  は、予めカメラ本体内に記憶されている。

【0030】ところで、別の観点によれば、撮影レンズには、ある一定以上の解像本数が要求されるが、解像本

$$K = \theta \cdot L = \{ 2\pi L / (360 \cdot 60) \} / \beta$$

化に伴うディフォーカス量の変化が変倍に依存することなく各焦点距離状態に亘って一定であっても、一定のディフォーカス量を補正するためのフォーカシングレンズ群の駆動量すなわち調整量は変倍に伴って変化する。従って、本発明においては、焦点距離情報と絞り情報とに応じた調整量だけフォーカシングレンズ群を駆動することにより、各焦点距離状態および各絞り状態に亘って最良像面とフィルム面とが一致するように制御する。

【0023】特に、本発明においては、焦点距離情報と絞り情報とに応じて、予めカメラ本体内に記憶した所定の補正係数および演算式に基づき、フォーカシングレンズ群の調整量を決定する。こうして、求めた調整量だけフォーカシング群を駆動することにより、各焦点距離状態および各絞り状態に亘って最良像面とフィルム面とが一致するように制御することができる。

【0024】具体的には、本発明において、絞り径の変化に伴うディフォーカス量を補正するための調整量  $\delta h$  を求める演算式として、以下の多項式(1)を用いることにより、簡便に且つ少ない記憶容量でディフォーカス量を補正することができる。

によってディフォーカス量を補正する方式に限って議論を進めてきた。しかしながら、連続的に移動可能で且つ電気的な制御による駆動が可能なレンズ群であれば、本発明の調整方法を適用することができるのは自明である。

【0028】一般に、同じ焦点距離状態であっても、被写体の位置が変化すると、球面収差の補正状態が変化してしまう。したがって、被写体位置(すなわち撮影距離)の変化に伴う球面収差の補正状態の変化が大きい場合、上述の多項式(1)の代えて以下の多項式(2)を用いることができる。すなわち、多項式(2)によれば、被写体位置情報(撮影距離情報)、焦点距離情報および絞り情報の変化に応じた調整量  $\delta h$  を求め、絞り径の変化に伴うディフォーカス量を良好に調節することが可能である。

【0029】

数の要求を満たすための焦点深度が考えられる。例えば、人間の眼の分解能は  $\theta = 1'$  (分) と言われるが、サービス判サイズに引き伸ばす場合、引き伸ばし倍率  $\beta$  は約3倍となる。この写真を明視の距離  $L$  (250 mm) で観察することを考えると、フィルム面上での解像力  $K$  は、次の式(a)で表される。

【0031】

【数1】

$$=0.02424 \text{ [mm]}$$

したがって、観察する上で必要な解像本数 $k$ は、次の式

$$k=1/K=41.25 \text{ [本/mm]}$$

【0032】また、この際の口径比を $FNO$ とすると、

$$S=\pm K \cdot FNO=\pm 0.02424 \cdot FNO$$

したがって、フィルム面位置に対して焦点位置がこの焦点深度 $S$ 内でずれたとしても、ピントずれ（焦点ずれ）として観察されない。

【0033】以上の議論に基づく焦点深度は、ピントずれを許容するというものではなく、あくまでもカメラの焦点位置精度に関するものである。また、フィルム面のサイズや、引き伸ばし倍率によっても必要とされる焦点深度が変化する。さらに、ピントずれは観察者の主観的な判断による部分が多いため、明視の距離や解像本数なども主観的に変化してしまう。このため、上述の具体的

$$S(y) = (r/\kappa) / [1 - (1 - \kappa \cdot y^2 / r^2)^{1/2}] \\ + C_4 \cdot y^4 + C_6 \cdot y^6 + C_8 \cdot y^8 \\ + C_{10} \cdot y^{10} + \dots$$

各実施例の諸元表中の非球面には、面番号の右側に\*印を付している

【0035】〔第1実施例〕図2は、本発明の第1実施例にかかる焦点位置補正装置が適用されるズームレンズの広角端（W）および望遠端（T）における屈折力配置図である。図2のズームレンズは、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1と、負屈折力の第2レンズ群G2と、正屈折力の第3レンズ群G3と、正屈折力の第4レンズ群G4と、負屈折力の第5レンズ群G5とから構成されている。

【0036】そして、広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔は増大し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との空気間隔は減少するように、各レンズ群が物体側に移動する。なお、変倍時には、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4とが一体的に移動し、第3レンズ群G3は第2レンズ群G2と第4レンズ群G4とに対して相対的に移動する。また、近距離物体へのフォーカシング時には、第3レンズ群G3だけが光軸に沿って像側に移動する。

【0037】図3は、図2のズームレンズのレンズ構成を示す図である。図3のズームレンズは、物体側から順に、両凸レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの接合正レンズL1からなる第1レンズ群G1と、両凹レンズL21、両凸レンズL22、および物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL23からなる第2レンズ群G2と、両凸レンズL3からなる第3レンズ群G3と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL41、両凸レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの接合正レンズL42、および物体側に凹面を

(a)

(b)で与えられる。

(b)

光軸方向の焦点深度 $S$ は、次の式(c)で表される。

(c)

な数値は、あくまでも非限定的な数値例にすぎない。

【0034】

【実施例】以下、本発明の各実施例を、添付図面に基づいて説明する。本発明の各実施例において、非球面は、光軸に垂直な方向の高さを $y$ 、高さ $y$ における光軸方向の変位量を $S(y)$ 、基準の曲率半径すなわち非球面の頂点曲率半径を $r$ 、円錐係数を $\kappa$ 、 $n$ 次の非球面係数を $C_n$ としたとき、以下の数式(d)で表される。

【数2】

(d)

向けた正メニスカスレンズL43からなる第4レンズ群G4と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL51、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL52、および物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL53からなる第5レンズ群G5とから構成されている。

【0038】また、開口絞りSは、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間に配置されている。図3は、広角端における各レンズ群の位置関係を示しており、望遠端への変倍時には図2に矢印で示すズーム軌道に沿って光軸上を移動する。

【0039】次の表(1)に、本発明の実施例1の諸元の値を掲げる。表(1)において、 $f$ は焦点距離を、 $FNO$ は $F$ ナンバーを、 $2\omega$ は画角を、 $Bf$ はバックフォーカスを、 $\Delta$ は焦点距離情報として広角端を基準とした第1レンズ群G1の繰り出し量をそれぞれ表している。さらに、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からのレンズ面の順序を、屈折率およびアッペ数はそれぞれ $d$ 線( $\lambda=587.6 \text{ nm}$ )に対する値を示している。

【0040】

【表1】

$$f=38.79 \sim 153.22$$

$$FNO=3.89 \sim 10.00$$

$$2\omega=58.7 \sim 15.6$$

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
1	73.3723	4.02	1.48749	70.41
2	-41.3728	1.38	1.86074	23.01
3	-63.5060	(d3= 可変)		
4	-40.8258	1.13	1.79668	45.37
5	21.8873	0.88		
6	18.8014	3.14	1.78472	25.80
7	-125.2349	1.00		
8	-20.9542	1.13	1.79668	45.37

9	-221.6481	(d9= 可変)				18	-24.3656	1.63	1.49108	57.57
10	437.8482	2.13	1.51680	64.10		19	-20.8520	(d19=可変)		
11	-20.1039	(d11=可変)				20	-62.9139	3.14	1.80458	25.50
12	$\infty$	2.26		(開口絞りS)		21	-22.4198	0.25		
13*	-44.4771	1.26	1.58518	30.24		22	-53.4113	1.26	1.79668	45.37
14	-62.7167	0.38				23	-214.2797	4.27		
15	28.0309	3.39	1.48749	70.41		24	-15.0687	1.50	1.77279	49.45
16	-14.9351	1.26	1.86074	23.01		25	-828.1507	(Bf)		
17	-24.7823	2.01								

(非球面データ)

	$\kappa$	$C_4$		
13面	1.0000	$-0.2141 \times 10^{-4}$		
	$C_6$	$C_8$	$C_{10}$	
	$-0.4131 \times 10^{-7}$	$-0.1680 \times 10^{-8}$	$0.1023 \times 10^{-10}$	

(変倍における可変間隔)

	$\Delta$	焦点距離	d3	d9	d11	d19	Bf	FNO
(A)	0.000	38.794	2.135	4.406	3.129	16.801	9.059	3.89
(B)	8.789	50.738	7.237	3.686	3.849	13.134	16.462	4.68
(C)	17.579	64.003	11.049	2.965	4.570	10.496	24.124	5.50
(D)	26.363	78.314	14.272	2.245	5.290	8.586	31.635	6.30
(E)	34.889	91.993	17.179	2.047	5.488	6.731	39.110	7.03
(F)	43.412	106.381	19.984	1.849	5.686	5.172	46.377	7.71
(G)	51.944	121.461	21.698	1.651	5.883	3.905	54.446	8.51
(H)	60.467	137.092	23.463	1.454	6.081	2.813	62.267	9.25
(I)	67.989	153.220	24.996	1.256	6.279	1.877	70.131	10.00

【0041】図4乃至図8に示す各収差図は、それぞれ表(1)の各焦点距離状態(A)乃至(I)における球面収差図である。各収差図において、FNはFナンバーを、Hは入射光の高さを、Dはd線( $\lambda=587.6\text{nm}$ )を、Gはg線( $\lambda=435.8\text{nm}$ )をそれぞれ示している。

【0042】一方、図9乃至図11に示す各図は、それぞれ表(1)の各焦点距離状態(A)乃至(I)におけるMTF図である。各MTF図は、白色での空間周波数30本/mmに対する画面中心部におけるディフォーカス方向のMTFを示し、横軸はガウス像面を基準にした最良像面のディフォーカス量を、縦軸はコントラストをそれぞれ示している。なお、前述したように、ディフォーカス量の符号は、物体側への移動が負であり、像側への移動が正である。

【0043】図中、m1は開口絞りSの開放状態を、m

2は-0.5EV状態を、m3は-1EV状態を、m4は-1.5EV状態をそれぞれ示している。また、DF1、DF2、DF3およびDF4は、それぞれ開放状態、-0.5EV状態、-1EV状態および-1.5EV状態における最良像面(コントラストが最も高くなる像面)のガウス像面に対するディフォーカス量を示している。図9乃至図11を参照すると、各焦点距離状態(A)～(I)において、絞り径の変化に伴って、最良像面の位置が変動することがわかる。

【0044】次の表(2)に、各焦点距離状態における像面移動係数、各焦点距離状態および各絞り状態におけるディフォーカス量、並びに各焦点距離状態および各絞り状態におけるディフォーカス量を対応する像面移動係数で除して得られる厳密調整量 $\delta h_0$ を示す。

【0045】

【表2】

	ディフォーカス量				厳密調整量 $\delta h_0$			
$\Delta$	-1/2EV	-1EV	-1.5EV	移動係数	-1/2EV	-1EV	-1.5EV	
0.000	-0.025	+0.000	+0.020	1.23	-0.0203	0.0000	+0.0163	
8.789	-0.025	+0.015	+0.045	1.77	-0.0141	+0.0085	+0.0254	
17.579	-0.025	+0.030	+0.070	2.44	-0.0102	+0.0123	+0.0287	
26.363	-0.010	+0.055	+0.095	3.21	-0.0031	+0.0171	+0.0296	
34.889	-0.010	+0.055	+0.090	3.91	-0.0026	+0.0141	+0.0230	
43.412	0.000	+0.060	+0.085	4.59	0.0000	+0.0131	+0.0185	
51.944	+0.015	+0.070	+0.085	5.50	+0.0027	+0.0127	+0.0155	

60.467 +0.060 +0.085 +0.080  
67.989 +0.095 +0.090 +0.060

【0046】開口絞りSの開放時の絞り径を $\phi_0$ とし、絞り込んだ時の絞り径を $\phi_1$ とすると、絞り込み値Fは

$$F = \log_2 (\phi_0 / \phi_1)$$

第1実施例では、広角端を基準とした第1レンズ群G1の繰り出し量 $\Delta$ を焦点距離情報とし、絞り込み値Fを絞り情報として、フォーカシングレンズ群である第3レンズ群G3の調整量 $\delta h$ を、式(1)に対応する次の式

$$\delta h = \sum a_{ij} \Delta^i F^j \quad (i=0,1,2,3 \quad j=1,2,3) \quad (4)$$

ただし、各補正係数は次の表(3)に示す通りである。

6.40 +0.0094 +0.0133 +0.0125  
7.36 +0.0129 +0.0122 +0.0082

次の式(3)で与えられる。

(3)

(4)で求めている。こうして、第1実施例では、上述の多項式(4)に基づいて、調整量 $\delta h$ を厳密調整量 $\delta h_0$ に対して高精度に近似することができる。

【表3】

【0047】

$$\begin{aligned} a_{01} &= -0.6066 \times 10^{-1} & a_{02} &= 0.4693 \times 10^{-1} & a_{03} &= -0.8298 \times 10^{-2} \\ a_{11} &= 0.1273 \times 10^{-2} & a_{12} &= -0.4534 \times 10^{-3} & a_{13} &= 0.5978 \times 10^{-4} \\ a_{21} &= -0.1595 \times 10^{-4} & a_{22} &= 0.3002 \times 10^{-6} & a_{23} &= 0.7207 \times 10^{-7} \\ a_{31} &= 0.2110 \times 10^{-6} & a_{32} &= -0.8067 \times 10^{-7} & a_{33} &= 0.1529 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

【0048】このように、第1実施例では、合計12個の補正係数と第1レンズ群の変倍による移動量 $\Delta$ と絞り込み値Fとに基づいて、広角端から望遠端までの変倍領域の全体に亘ってフォーカシングレンズ群の調整量 $\delta h$ を良好に近似することができる。そして、良好に近似した調整量 $\delta h$ だけフォーカシングレンズ群を駆動することにより、変倍領域の全体に亘って絞り径の変化に伴うディフォーカス量を良好に補正することができる。

【0049】〔第2実施例〕図12は、本発明の第2実施例にかかる焦点位置補正装置が適用されるズームレンズの広角端(W)および望遠端(T)における屈折力配置図である。図12のズームレンズは、物体側から順に、負屈折力の第1レンズ群G1と、正屈折力の第2レンズ群G2と、正屈折力の第3レンズ群G3と、負屈折力の第4レンズ群G4と、負屈折力の第5レンズ群G5とから構成されている。

【0050】そして、広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔は増大し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との空気間隔は減少するように、各レンズ群が移動する。すなわち、第2レンズ群G2乃至第5レンズ群G5が物体側に移動し、第1レンズ群G1は一旦像側に移動した後、物体側に移動する。なお、変倍時には、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4とが一体的に移動し、第3レンズ群G3は第2レンズ群G2と第4レンズ群G4とに対して相対的に移動する。また、近距離物体へのフォーカシング時には、第3レンズ群G3だけが光軸に沿って物体側に移動する。

【0051】図13は、図12のズームレンズのレンズ構成を示す図である。図13のズームレンズは、物体側から順に、両凹レンズL11、および物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12からなる第1レンズ群G

1と、両凸レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの接合正レンズL2からなる第2レンズ群G2と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL31、両凹レンズL32、および両凸レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの接合正レンズL33からなる第3レンズ群G3と、両凹レンズL4からなる第4レンズ群G4と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL51、および物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL52からなる第5レンズ群G5とから構成されている。

【0052】また、開口絞りSは、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間に配置されている。図13は、広角端における各レンズ群の位置関係を示しており、望遠端への変倍時には図12に矢印で示すズーム軌道に沿って光軸上を移動する。

【0053】次の表(4)に、本発明の実施例2の諸元の値を掲げる。表(4)において、fは焦点距離を、FNOはFナンバーを、 $2\omega$ は画角を、Bfはバックフォーカスを、 $\theta$ は焦点距離情報として鏡筒の回転角情報(広角端において0で望遠端において1となる)をそれぞれ表している。さらに、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からのレンズ面の順序を、屈折率およびアッベ数はそれぞれd線( $\lambda=587.6\text{nm}$ )に対する値を示している。

【0054】

【表4】

f	28.8~80.8			
FNO	3.59~7.01			
$2\omega$	76.7~30.8			
面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数
1	-133.0401	1.41	1.83500	42.97
2	19.6778	3.84		
3	23.4223	3.84	1.80518	25.46
4	53.7405	(d4= 可変)		



5	23.9419	5.25	1.58913	61.24
6	-29.9494	1.02	1.84666	23.83
7	-45.7211	(d7= 可変)		
8	15.7761	2.88	1.65160	58.44
9	715.7299	0.51		
10	-46.8535	1.15	1.80610	33.27
11	17.4909	0.58		
12	31.9319	3.84	1.59551	39.23
13	-16.6912	1.28	1.80610	40.73

(変倍における可変間隔)

	$\theta$	焦点距離	d4	d7	d14	d17	Bf	FNO
(A)	0.00	28.801	19.634	1.968	1.104	7.394	12.611	3.59
(B)	0.20	35.396	14.487	1.946	1.126	5.449	18.705	4.03
(C)	0.40	43.504	10.036	1.923	1.149	4.246	25.081	4.55
(D)	0.60	53.468	6.423	2.016	1.056	3.466	32.427	5.21
(E)	0.80	65.715	3.572	2.224	0.848	2.844	41.394	6.03
(F)	1.00	80.767	1.277	2.433	0.639	2.127	52.544	7.01

【0055】図14乃至図16の各収差図は、それぞれ表(4)の各焦点距離状態(A)乃至(F)における球面収差図である。各収差図において、FNはFナンバーを、Hは入射光の高さを、Dはd線( $\lambda=587.6\text{nm}$ )を、Gはg線( $\lambda=435.8\text{nm}$ )をそれぞれ示している。

【0056】図17および図18の各図は、それぞれ表(4)の各焦点距離状態(A)乃至(F)におけるMTF図である。各MTF図は、白色での空間周波数30本/mmに対する画面中心部におけるディフォーカス方向のMTFを示し、横軸はガウス像面を基準にした最良像面のディフォーカス量を、縦軸はコントラストをそれぞれ示している。なお、前述したように、ディフォーカス量の符号は、物体側への移動が負であり、像側への移動が正である。

【0057】図中、m1は開口絞りSの開放状態を、m

$\theta$	ディフォーカス量			移動係数	厳密調整量 $\delta h_0$		
	-1/2EV	-1EV	-1.5EV		-1/2EV	-1EV	-1.5EV
0.000	+0.030	+0.105	+0.160	2.09	+0.0144	+0.0502	+0.0766
0.200	+0.010	+0.085	+0.145	2.60	+0.0038	+0.0327	+0.0558
0.400	-0.010	+0.065	+0.125	3.26	-0.0031	+0.0199	+0.0383
0.600	-0.020	+0.060	+0.125	4.17	-0.0048	+0.0144	+0.0300
0.800	-0.010	+0.080	+0.150	5.43	-0.0018	+0.0147	+0.0276
1.000	+0.005	+0.075	+0.100	7.23	+0.0007	+0.0104	+0.0138

【0060】第1実施例と同様に、開口絞りSの開放時の絞り径を $\phi_0$ とし、絞り込んだ時の絞り径を $\phi_1$ とす

$$F = \log_2 (\phi_0 / \phi_1)$$

第2実施例では、広角端において0で望遠端において1となる鏡筒の回転角情報 $\theta$ を焦点距離情報とし、絞り込み値Fを絞り情報として、フォーカシングレンズ群である第3レンズ群G3の調整量 $\delta h$ を、式(1)に対応す

$$\delta h = \sum a_{ij} \theta^i F^j \quad (i=0,1,4,7 \quad j=1,2,3) \quad (5)$$

ただし、各補正係数は次の表(6)に示す通りである。

14	-25.7689	(d14=可変)		
15	$\infty$	3.07	(開口絞りS)	
16	-245.1548	1.02	1.83500	42.97
17	44.4955	(d17=可変)		
18	-76.8134	2.69	1.67270	32.17
19	-22.5339	2.82		
20	-11.5314	1.28	1.77250	49.65
21	-24.1342	(Bf)		

2は-0.5EV状態を、m3は-1EV状態を、m4は-1.5EV状態をそれぞれ示している。また、DF1、DF2、DF3およびDF4は、それぞれ開放状態、-0.5EV状態、-1EV状態および-1.5EV状態における最良像面(コントラストが最も高くなる像面)のガウス像面に対するディフォーカス量を示している。図17および図18を参照すると、各焦点距離状態(A)~(F)において、絞り径の変化に伴って、最良像面の位置が変動することがわかる。

【0058】次の表(5)に、各焦点距離状態における像面移動係数、各焦点距離状態および各絞り状態におけるディフォーカス量、並びに各焦点距離状態および各絞り状態におけるディフォーカス量に対応する像面移動係数で除して得られる厳密調整量 $\delta h_0$ を示す。

【0059】

【表5】

ると、絞り込み値Fは次の式(3)で与えられる。

$$(3)$$

る次の式(5)で求めている。こうして、第1実施例では、上述の多項式(5)に基づいて、調整量 $\delta h$ を厳密調整量 $\delta h_0$ に対して高精度に近似することができる。

【0061】

【表6】

$a_{01} = -0.1417 \times 10^{-1}$	$a_{02} = 0.5500 \times 10^{-1}$	$a_{03} = -0.1083 \times 10^{-1}$
$a_{11} = -0.1907$	$a_{12} = 0.9573 \times 10^{-1}$	$a_{13} = -0.1469 \times 10^{-1}$
$a_{41} = 0.9814 \times 10^{-1}$	$a_{42} = 0.2946 \times 10^{-1}$	$a_{43} = -0.8952 \times 10^{-2}$
$a_{71} = -0.3993 \times 10^{-1}$	$a_{72} = -0.2392 \times 10^{-1}$	$a_{73} = 0.2394 \times 10^{-2}$

【0062】このように、第2実施例では、合計12個の補正係数と鏡筒の回転角情報 $\theta$ とと絞り込み値Fとに基づいて、広角端から望遠端までの変倍領域の全体に亘ってフォーカシングレンズ群の調整量 $\delta h$ を良好に近似することができる。そして、良好に近似した調整量 $\delta h$ だけフォーカシングレンズ群を駆動することにより、変倍領域の全体に亘って絞り径の変化に伴うディフォーカス量を良好に補正することができる。

## 【0063】

【効果】以上説明したように、本発明の焦点位置補正装置によれば、カメラに搭載されたズームレンズの焦点距離範囲の全体に亘って、絞り径の変化に伴う最良像面の位置ずれを補正することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】球面収差の補正状態(a)～(d)を示す図である。

【図2】本発明の第1実施例にかかる焦点位置補正装置が適用されるズームレンズの広角端(W)および望遠端(T)における屈折力配置図である。

【図3】図2のズームレンズのレンズ構成を示す図である。

【図4】第1実施例の焦点距離状態(A)および(B)における球面収差図である。

【図5】第1実施例の焦点距離状態(C)および(D)における球面収差図である。

【図6】第1実施例の焦点距離状態(E)および(F)における球面収差図である。

【図7】第1実施例の焦点距離状態(G)および(H)における球面収差図である。

【図8】第1実施例の焦点距離状態(I)における球面

収差図である。

【図9】第1実施例の焦点距離状態(A)乃至(C)におけるMTF図である。

【図10】第1実施例の焦点距離状態(D)乃至(F)におけるMTF図である。

【図11】第1実施例の焦点距離状態(G)乃至(I)におけるMTF図である。

【図12】本発明の第2実施例にかかる焦点位置補正装置が適用されるズームレンズの広角端(W)および望遠端(T)における屈折力配置図である。

【図13】図12のズームレンズのレンズ構成を示す図である。

【図14】第2実施例の焦点距離状態(A)および(B)における球面収差図である。

【図15】第2実施例の焦点距離状態(C)および(D)における球面収差図である。

【図16】第2実施例の焦点距離状態(E)および(F)における球面収差図である。

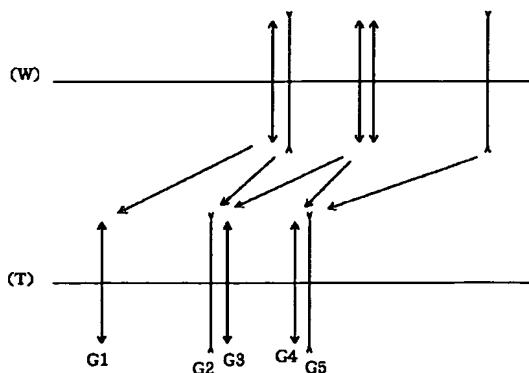
【図17】第2実施例の焦点距離状態(A)乃至(C)におけるMTF図である。

【図18】第2実施例の焦点距離状態(D)乃至(F)におけるMTF図である。

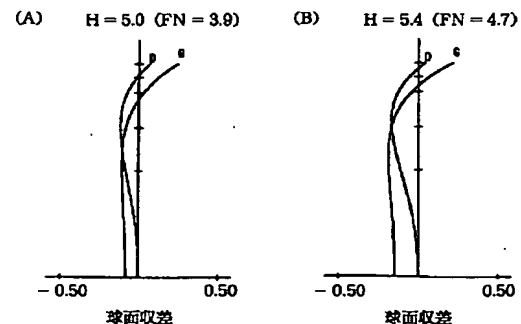
## 【符号の説明】

G1	第1レンズ群
G2	第2レンズ群
G3	第3レンズ群
G4	第4レンズ群
G5	第5レンズ群
S	開口絞り

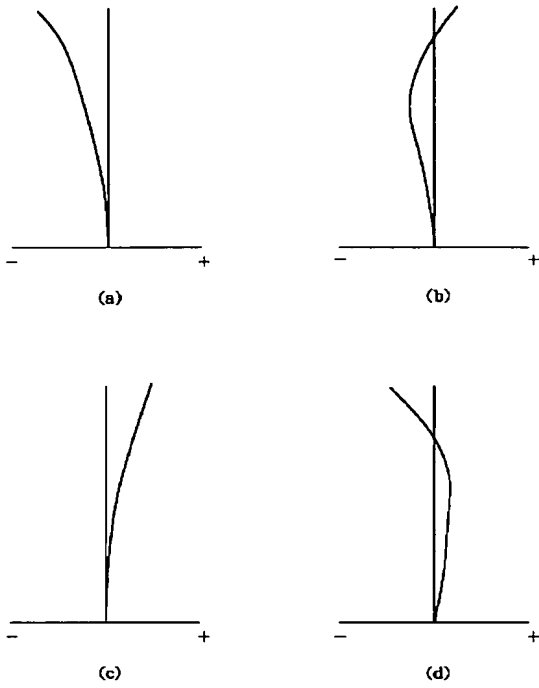
【図2】



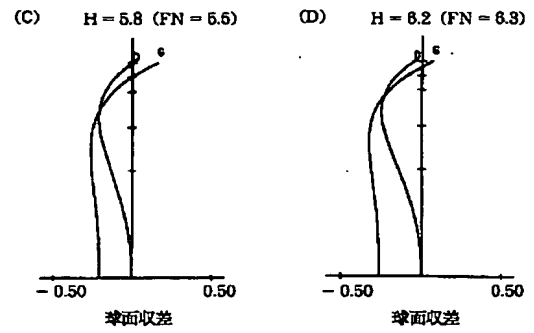
【図4】



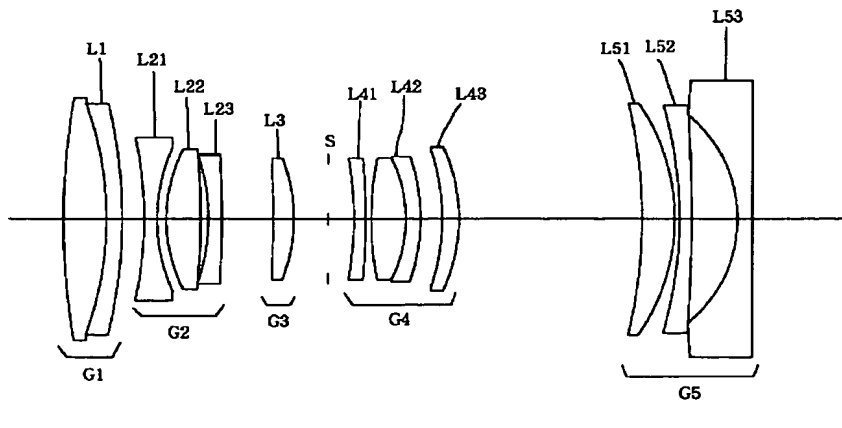
【図1】



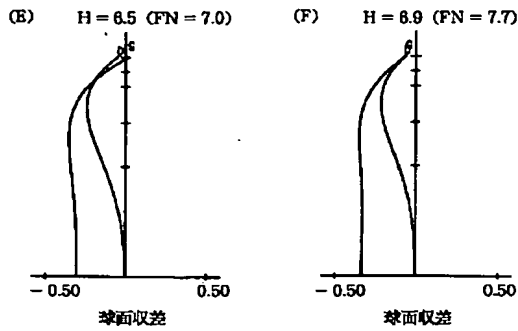
【図5】



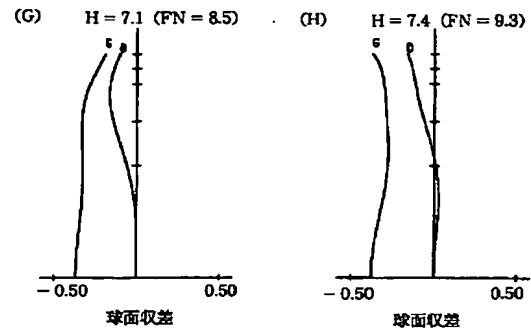
【図3】



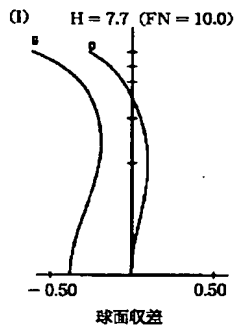
【図6】



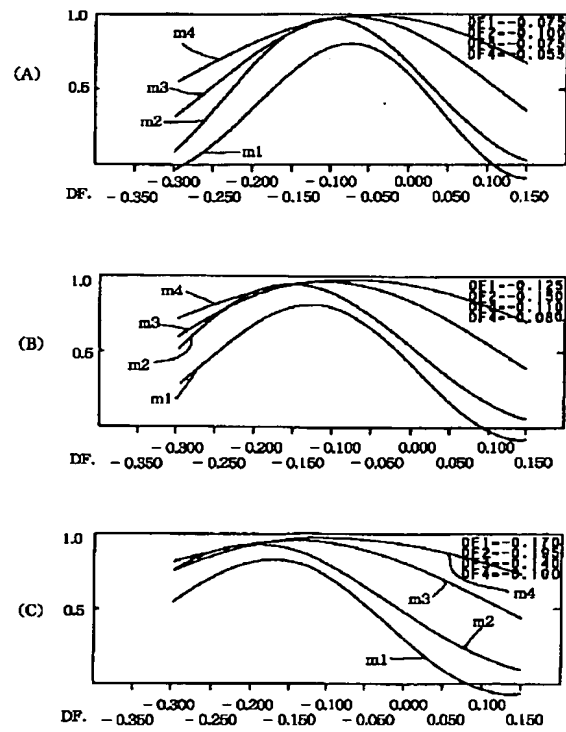
【図7】



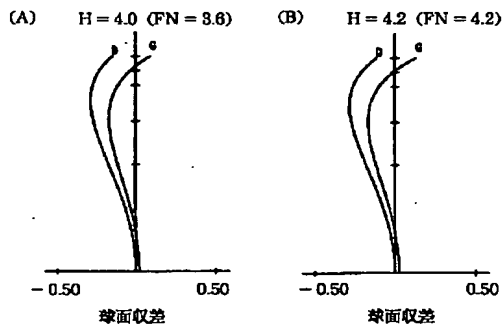
【図8】



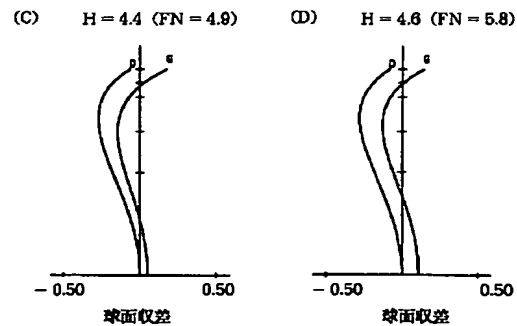
【図9】



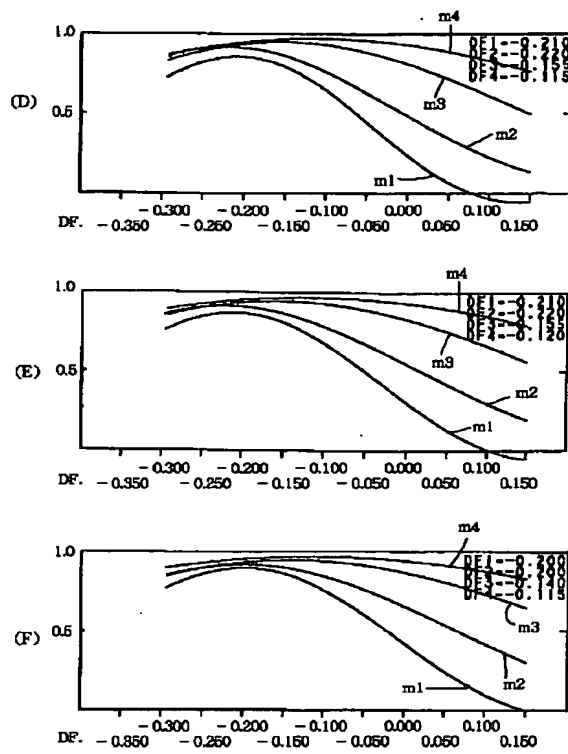
【図14】



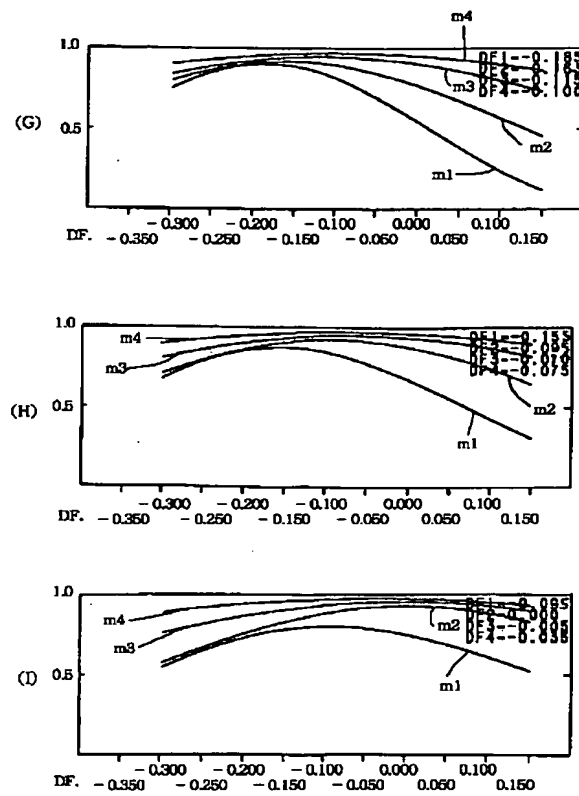
【図15】



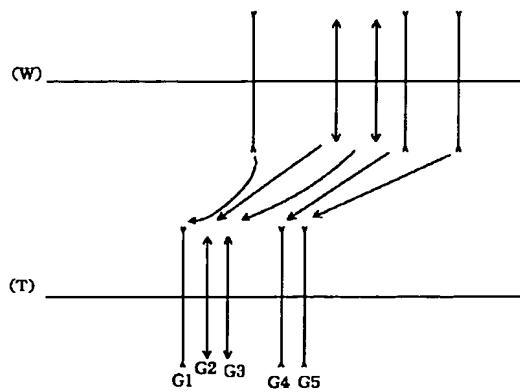
【図10】



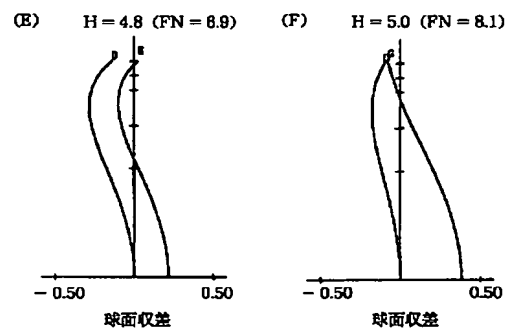
【図11】



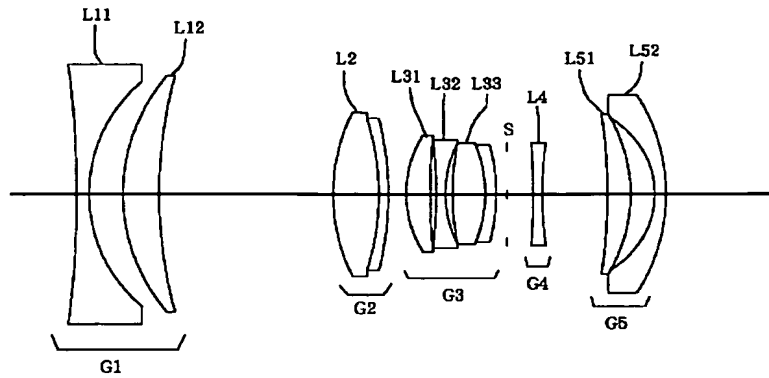
【図12】



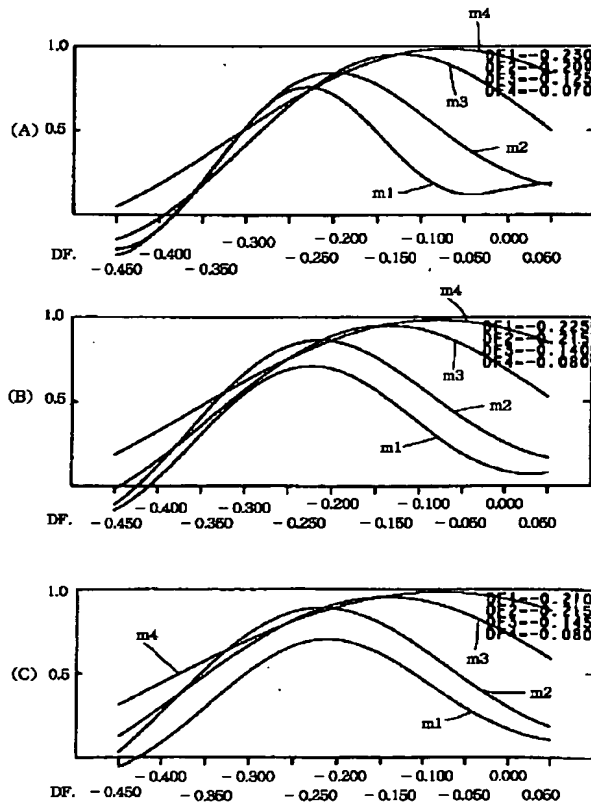
【図16】



【図13】



【図17】



【図18】

